

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-097434

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/44
H01L 21/205
H01L 21/3065

(21)Application number : 10-088428

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 01.04.1998

(72)Inventor : NISHITANI EISUKE
ARAI TOSHIYUKI
SUZUKI MIWAKO
UCHIDA NORIHIRO

(30)Priority

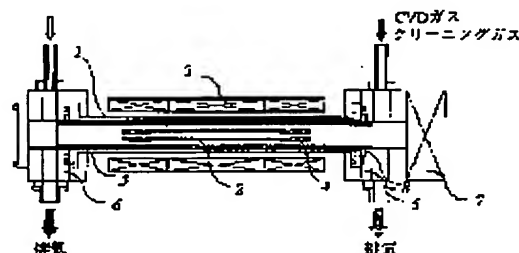
Priority number : 09196746 Priority date : 23.07.1997 Priority country : JP

(54) FILM DEPOSITION EQUIPMENT, CLEANING METHOD THEREOF, AND FILM DEPOSITION THEREWITH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide thin film deposition equipment in which residual reaction products left in inside the equipment can be removed without damaging reaction furnace parts of the equipment, by adopting for the parts a material having a lower etching rate against the gas for cleaning than that of the deposited film material, and to provide a cleaning method thereof and a method of film deposition therewith.

SOLUTION: An inner tube 5 is placed inside a fused-quartz furnace tube 1 of the CVD equipment, and a purging gas is introduced into a space 8 between the fused-quartz furnace tube 1 and the inner tube 5, so that neither the CVD source gas nor the cleaning gas enters to the space 8. In the CVD equipment, gas etch cleaning is carried out when the cumulated thickness of the films deposited has reached 2 μm to remove the residual reaction products attached on the inside walls of the equipment. By making the material of the inner tube 5 have a lower etching rate for the cleaning gas than that of the deposited film material, the deposited film material products can be etched off selectively without etching the inner tube 5.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-97434

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 L 21/31
C 2 3 C 16/44
H 0 1 L 21/205
21/3065

F I

H 0 1 L 21/31 B
C 2 3 C 16/44 J
H 0 1 L 21/205
21/302 N

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-88428

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月1日

(31) 優先権主張番号 特願平9-196746

(32) 優先日 平9(1997) 7月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 西谷 英輔

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体事業部内

(72) 発明者 荒井 利行

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体事業部内

(72) 発明者 鈴木 美和子

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

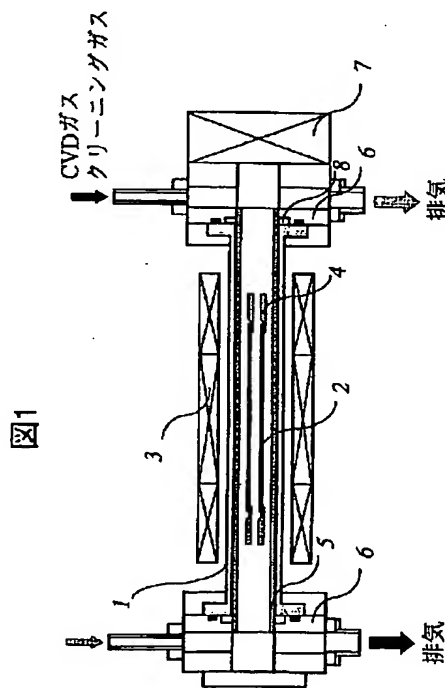
(54) 【発明の名称】 成膜装置、クリーニング方法、及び成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 装置内残留物を装置ダメージを低減して残留物を除去する。

【解決手段】 CVD装置等の反応炉体1内部に、残留物よりもエッチング速度の小さい材質のインナーチューブ5とウエハ支持台4を設ける。また、反応炉体、インナーチューブ間を不活性ガスでパージし、炉体内壁への成膜抑制とクリーニングガスによるダメージを抑制する。

【効果】 装置ダメージを低減して残留物を除去し、発塵低減及びスループット向上に寄与し、装置稼働率が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】モノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シランあるいはアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスを原料ガスとして用いる成膜装置であって、前記成膜装置の反応炉体の材質が、クリーニングガスによるエッチング速度が、膜を形成するための材料のエッチング速度よりも小さい材質で形成されていることを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】前記反応炉体の内部には、クリーニングガスによるエッチング速度が、膜を形成するための材料のエッチング速度よりも小さい材質で形成された、被成膜物を支持するための台が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の成膜装置。

【請求項 3】前記反応炉体の材質は、アルミナ、窒化アルミ、炭化シリコンの何れかであることを特徴とする請求項 1 記載の成膜装置。

【請求項 4】モノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シランあるいはアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスを原料ガスとして用いる成膜装置であって、反応炉体と、前記反応炉体の内側に形成された、クリーニングガスによるエッチング速度が、膜を形成するための材料および前記反応炉体のエッチング速度のうちより小さい方のエッチング速度よりもさらに小さいエッチング速度の材質によって構成したインナーチューブとを有することを特徴とする成膜装置。

【請求項 5】前記反応炉体は、石英であることを特徴とする請求項 4 記載の成膜装置。

【請求項 6】前記インナーチューブは、複数個に分割されていることを特徴とする請求項 4 記載の成膜装置。

【請求項 7】前記反応炉体と前記インナーチューブの間には、不活性ガスを充填させるための空間が設けられていることを特徴とする請求項 4 記載の成膜装置。

【請求項 8】モノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シランあるいはアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスを原料ガスとして、その内壁がアルミナまたは窒化アルミニウムの何れかからなる反応室内に導入し、膜を形成する工程と、前記反応室内に、クリーニングガスとして、三フッ化塩素、フッ化水素の少なくとも 1 種類のガスを導入して、クリーニングをする工程とを有することを特徴とするクリーニング方法。

【請求項 9】前記内壁は、反応炉内に設けられたインナーチューブの内壁であることを特徴とする請求項 8 記載のクリーニング方法。

【請求項 10】前記原料ガスは、テトラエトキシシランまたはペンタエトキシタンタルであることを特徴とする請求項 8 記載のクリーニング方法。

【請求項 11】前記クリーニングの温度は、前記膜を形成する温度との差が 50°C 以内であることを特徴とする請求項 8 記載のクリーニング方法。

【請求項 12】モノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シランあるいはアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスを原料ガスとして、その内壁が炭化シリコンからなる反応室内に導入し、膜を形成する工程と、前記反応室内に、クリーニングガスとしてフッ化水素を含むガスを流してクリーニングする工程とを有することを特徴とするクリーニング方法。

【請求項 13】前記クリーニングの温度は、前記膜を形成する温度との差が 50°C 以内であることを特徴とする請求項 12 記載のクリーニング方法。

【請求項 14】前記内壁は、反応炉体内に設けられたインナーチューブの内壁であることを特徴とする請求項 12 記載のクリーニング方法。

【請求項 15】テトラエトキシシラン、モノシラン、ジシランのいずれかを原料ガスとして、その内壁が炭化シリコンからなる反応室内に導入する工程と、前記原料ガスを反応させて、酸化膜を形成する工程と、前記反応室内を、フッ化水素を含むガスによりクリーニングを行うことを特徴とするクリーニング方法。

【請求項 16】モノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シランあるいはアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスの少なくとも何れかを原料ガスとして、その内壁が、クリーニングガスによるエッチング速度が、膜を形成するための材料のエッチング速度よりも小さい材質で形成された反応室内に、導入する工程と、前記原料ガスを反応させて、前記反応室内に設けられたウエハ上に膜を形成する工程とを有することを特徴とする成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に CVD やエピタキシャル成長に用いられる装置をガスクリーニングする方法、及びその装置、また、その装置を使用した膜の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造における薄膜形成法として、一般的に広く用いられているものの 1 つに CVD (化学気相成長) 法やエピタキシャル成長法がある。CVD 法では、熱等を用いて原料ガスの化学反応により基板上に薄膜を形成させる。現在、CVD 法により、 SiO_2 、 d

oped Poly-Si, Si₃N₄, W, WSi, TiN, Ta₂O₅等が成膜されている。

【0003】CVD法では、基板上への成膜以外に、化学反応の起こりうるCVD装置の基板反応器内壁や排気配管内壁、またバルブ等の部品に反応生成物が堆積あるいは付着する可能性がある。それらはCVDプロセスを繰り返し行くと、熱応力により剥離し、そしてガス流れにより拡散し、剥がれたものが基板上のパーティクルとなり、ショート・断線等のデバイス不良を引き起こす。デバイスパターンの微細化が進むにつれ、更にパーティクルを抑制する必要がある。パーティクルの原因となる内壁等に堆積または付着した反応生成物を除去するクリーニングが必須となっている。

【0004】そこで従来は、装置を解体し各部品をHF等の洗浄液に浸す湿式除去による方法がある。この方法は、クリーニング効果は優れているものの、装置解体、組立、プロセス条件設定に大幅な時間がかかるため装置稼働率の大幅な時間がかかってしまう。

【0005】そこで、例えば特開平5-214339に記載されている通り、アルコキシシラン非完全分解物(SiC_xH_yO_z)を低温下での反応性が高い無水HFガスと接触させることによりエッチングしたり、特開平6-330323に記載されている通り、シリコン酸化膜を生成するCVD装置において、炉体内及び排気配管内に堆積した反応生成物を、無水HFとハロゲン間化合物ガスを併用しクリーニングを行っていた。

【0006】また、特開平4-155827、特開平4-181734に記載されている通り、反応性が高く分解しやすいハロゲン間化合物ガスであるClF₃をクリーニングガスとして用いる方法がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、低温部内壁に付着した反応生成物をHFを用いて除去する方法では、反応炉体内壁が少なからずエッチングされそのダメージによって比較的短期間のうちにパーティクルを発生させてしまう。

【0008】また、上記ClF₃をクリーニングガスとして用いた方法では、クリーニングガスの反応性が高いため、被形成膜材質をエッチングする際、同時に石英性の反応炉体内壁も少なからずエッチングされ、それがやがてパーティクルの原因となる。特に、CVD法によって形成された酸化膜は、通常反応炉体に用いられる石英と比較してそのエッチング速度が殆ど変わらず、場合によっては逆に反応炉体内壁のエッチング速度の方が除去しようとしている酸化膜のエッチング速度よりも速いこともある。

【0009】さらに、アルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液体物の気化ガスを用いたCVDの場合には、装置内の排気配管等の低温部における反応生成物付着量が多く、かつ低温部では付着物のClF

3エッチングレートが遅い。従って、ClF₃クリーニングを適用した場合、排気配管部等の低温部内壁への付着物を完全に除去できず、残留物が残り、パーティクルを発生させる可能性が高い。

【0010】本発明の目的は、残留物を残さず、かつ反応炉体にダメージを与えないCVD装置、装置のクリーニング方法及び膜の形成方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、CVD装置またはエピタキシャル装置の反応炉体の材質を、クリーニングガスによるエッチング速度が薄膜形成材料のエッチング速度よりも小さい材質とすることによって達成される。このようにすることで、薄膜形成材料を反応炉体に対して選択的にエッチングすることができ、炉体内壁、排気配管内壁、部品に堆積または付着した反応生成物を除去することが可能となり、また、装置へのダメージも少なくなる。

【0012】さらに、半導体ウエハの支持台またはウエハボートの材質を、クリーニングガスによるエッチング速度が薄膜形成材料のエッチング速度よりも小さい材質にしても良い。このようにすることで、支持台やウエハボートに対して薄膜形成材料を選択的にエッチング除去することができる。

【0013】例えば、クリーニングガスを、三フッ化塩素(ClF₃)およびフッ化水素(HF)の少なくとも1種類を含むガスとし、反応炉体、インナーチューブ、ウエハ支持台、ウエハボート等を、アルミナ(Al₂O₃)または窒化アルミ(AlN)で構成する。特に、薄膜形成の原料ガスとしてTEOS(テトラエトキシシラン(Si(OC₂H₅)₄)またはペンタエトキシシラン(Ta(OC₂H₅)₅)を用いた場合に、クリーニング工程で、薄膜形成材料をより選択的にエッチング除去する効率が従来に比べて極めて向上する。

【0014】また、TEOS(テトラエトキシシラン: Si(OC₂H₅)₄)、モノシラン、ジシランのいずれかを原料ガスとした酸化膜を形成する場合、クリーニングガスをフッ化水素(HF)を含むガスとし、反応炉体、インナーチューブ、ウエハ支持台、ウエハボート等の材質を炭化シリコン(SiC)にすることによっても、エッチング選択性が向上する。

【0015】一方、大気と接する反応炉体に石英を使用し、さらに反応炉体の内側に、クリーニングガスによるエッチング速度が薄膜形成材料および石英のエッチング速度のうちより小さい方のエッチング速度よりさらに小さいエッチング速度の材質によって構成したインナーチューブを配置して、エッチング選択性を持たせても良い。

【0016】さらに、上記インナーチューブを用いた場合、石英製反応炉体とインナーチューブの間の空間に、窒素ガスや希ガスのような不活性ガスを充填させ、薄膜

形成工程で原料ガスを石英製反応炉体に接触することを抑えることにより、石英製反応炉体内壁に反応生成物が堆積または付着することを抑えてもよい。また、このように不活性ガスを流すと、クリーニング工程ではクリーニングガスを石英製反応炉体に接触することを抑えることとなり、石英製反応炉体内壁がクリーニングガスによりエッチングされるのを防ぐことができる。

【0017】また、このインナーチューブを複数個に分割すると、例えばSiCのようなヒーターからの赤外線をほとんど透過しない材料の場合、ヒーターからの熱をインナーチューブが一旦受けた後、インナーチューブからの輻射でウエハを加熱することとなるため、各ゾーン毎にウエハに加熱量が伝わり、各ウエハの温度が均一化され、半導体ウエハ上に薄膜を形成する際の膜厚均一性が向上することとなる。さらに、複数個に分割することで、インナーチューブの熱応力により破損することを防ぐことができる。

【0018】特に、反応ガスとしてモノシラン、ジシラン、または $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1\sim 4$)、 $\text{Si}_2\text{H}_{6-x}\text{Cl}_x$ ($x=1\sim 6$) で表される塩化シラン、アルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスを用いて成膜する装置では残留物が生じやすいので、このような構成でクリーニングをすると良い。特に、アルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物のガスを用いたCVDでは、低温部への反応生成物付着量が多いため、上述のようなクリーニングを行うとより効果的である。この反応生成物の付着が多いのは、第1に液化物の沸点が高いため、低温部である排気配管等の装置内壁に気化ガスが凝縮し易いこと、第2に気化ガス同士が重合体を生成し分子量を大きくすることにより沸点がさらに上昇し、重合体の凝縮がさらに起こりやすくなること、第3に活性となった気化ガスがそのまま低温部内壁に成膜、堆積することが、その理由である。

【0019】

【発明の実施の形態】

【実施例1】図1に、CVD装置の構成図を示す。

【0020】このCVD装置は、石英炉体1、その内部にウエハ2を設置するためのウエハ支持台4、CVDガスやクリーニングガスを直接上記石英炉体1に接触させないためのインナーチューブ5、炉体及び炉体内雰囲気

熱装置である。またこの装置は、 SiO_2 、 doped Polymer-Si 、 Si_3N_4 、 TiN 、 Ta_2O_5 等の成膜プロセスに使用している。

【0021】本実施例では、アルコキシルシランであるTEOS（テトラエトキシシラン）を原料ガスとして用い、 SiO_2 を成膜する場合について説明する。

【0022】 SiO_2 を成膜する場合、常にヒーターは $750^\circ\text{C}\sim 800^\circ\text{C}$ に設定され、炉体内雰囲気は 750°C に保たれている。成膜時には、石英炉体内を真空（ 10^{-3}Pa 以下）にした後に、ガス導入バルブよりTEOSを導入する。ただし、TEOSの沸点は 166.8°C であるため、供給部でTEOS充填容器を加熱し気化させる。また、TEOS流量はマスフローコントローラ制御により約 $100\sim 200\text{ sccm}$ 程度とし、圧力は 100 Pa 程度とする。場合によってはTEOSと共に O_2 を導入することもある。また、TEOSの排気配管内壁への凝縮を防ぐため、排気配管部を 150°C としている。本装置を用いて成膜する場合、累積して $2\mu\text{m}$ 相当の成膜を行った後に、装置内壁に付着した反応生成物を除去するためのガスクリーニングを行う。

【0023】次に、本装置のクリーニング方法について示す。

【0024】まず、図10に従来クリーニングガスとして用いられてきた ClF_3 による SiO_2 のエッチングレートを示す。図10に示したように、 ClF_3 によるクリーニングでは、高温部である炉体内壁中央等に堆積または付着した反応生成物はエッチングされるが、低温部である炉体内壁の周辺部及び排気配管内壁等ではエッチングレートが低く、残留物が残る可能性が高い。よって、例えば、ガスの流れが変化した時あるいは炉内または配管内を流速の速いガスが流れた時に、これらの残留物が巻き上がり、基板上に付着する可能性がある。そこで、従来例ではクリーニング時に ClF_3 以外にHFガスを用いて、低温部のエッチングを行っている。図8に SiO_2 のHFによるエッチングレートを示す。図8よりHFガスを用いれば、被クリーニング部の低温部においてもエッチングできることがわかる。HFガスと、 SiO_2 の反応メカニズムは、まずHFが水と反応し HF^2^- を形成し、次に HF^2^- と SiO_2 が反応し、 SiF_4 と H_2O を生成すると考えられる。よって、反応開始には H_2O が必要であり、水が吸着しやすい低温ほどエッチングレートが高くなる。よって ClF_3 ガスとHFガスの併用によるクリーニングは、高温部、低温部のいずれにおいても、残留物除去に有効であると考えられる。

【0025】しかし、図10に示したと同様に、従来の石英製の反応炉体1とウエハ支持台4を用いた場合には、除去しようとする SiO_2 とほぼ同じあるいは逆に石英部品が多くエッチングされる。そこで上で述べたように、クリーニングガスを直接上記石英炉体1に接触させないための Al_2O_3 製のインナーチューブ5を設け、

さらにクリーニングガスが石英炉体 1 とインナーチューブ 5 の間に入り込まないよう、石英炉体 1 とインナーチューブ 5 間の空間 8 にパージガスを導入している。また、ウエハ支持台 4 も Al_2O_3 製のものに置き換えている。図 9 および表 1 から明らかなように、材質を Al_2O_3 に置き換えることで従来の SiO_2 より 1 0 0 倍以上ダメージを受け難くなっている。

【0026】

【表 1】

表 1 ClF_3 によるエッチング速度比較

材 料	エッチング速度 (nm/min)	選択比
Al_2O_3	0.9	1333
AIN	-0.5	—
SiO_2	1200	1

(ClF_3 :10Torr, 600℃, 1hour)

【0027】以下にクリーニング方法について記述する。

【0028】クリーニングでは、まず炉体内を真空引きした後に、 ClF_3 ガス 5 0 0 ~ 1 0 0 0 s c c m を N_2 と共に流し、炉体内壁高温部に堆積または付着した反応生成物を除去する。次に、逆側から ClF_3 ガスを流す場合もある。この時のクリーニング温度は、成膜時とほぼ同等の炉体内壁の中心部 7 5 0 ℃程度、排気配管部 1 5 0 ℃程度とし、クリーニング圧力は 1 0 0 ~ 2 0 0 P a とした。クリーニング時の温度を、成膜時の温度とほぼ同一にするのは、炉体温度の昇温や降温に必要時間が不要となり、ウエハを処理できる時間が増加し、結果的に装置稼働率が向上する効果がある。なお、ここではクリーニング温度を成膜時の温度とほぼ同等したが、実

質的には、クリーニング時の温度が、成膜時の温度との差が 5 0 ℃程度の範囲内であれば良い。

【0029】次のクリーニングプロセスとして HF ガスを流した。通常は、炉体の温度は 7 5 0 ℃、配管の温度は 1 5 0 ℃に維持したまま行うが、他の作業との関係で、十分時間に余裕の有る場合には、炉体の加熱を停止し、常温に近い温度にしてクリーニングを行う場合もある。これは、図 8 から明らかなように温度が低いほどエッチング速度が速い上に、 Al_2O_3 の部品へのダメージがないためである。

【0030】この場合にも、炉体加熱ヒータを 5 0 ℃まで低下させるのと、ガス導入フランジ 6 を加熱しているチラーを 1 5 0 ℃の高温用から低温用へと切り替える以外、以下の HF 流量条件と同じである。

【0031】プロセス条件として、HF ガス流量を 1 0 0 ~ 2 0 0 0 s c c m とし、クリーニング時の圧力を 5 0 0 0 0 ~ 7 0 0 0 0 P a とした。HF ガスは沸点が 1 9 . 5 ℃であるため、TEOS と同様、供給部で HF 充填容器を加熱し気化させ供給を行った。

【0032】上記 HF の常温 2 5 ℃で低温クリーニング

を行った後に 1 0 0 0 枚相当の成膜を行った時の異物測定数と、高温にしたまま HF ガスのみによるクリーニング (周期クリーニング) を行った後の異物測定数、高温にしたまま ClF_3 ガスと HF ガスによるクリーニング

(周期クリーニング) を行った後の異物測定数の比較を図 1 1 に示す。左端は、HF ガスで常温でクリーニングをした場合を、左から 2、3 番目は炉体を高温のまま HF ガスでクリーニングした場合を示している。2 番目の高温 HF クリーニングに比べて 3 番目の高温 HF クリーニングは、クリーニング効果が低下し、再現性が悪いことがわかった。そこで、HF ガスに ClF_3 ガスを加えてクリーニングを行った結果、右端に示した通り多くのウエハを成膜処理することができ、クリーニング効果が優れていることがわかった。低温で HF クリーニングを行えば、従来の希 HF 溶液を用いた湿式クリーニングとほぼ同程度の洗浄効果がある。しかし、炉体を成膜温度の 7 5 0 ℃から常温程度の低温にするためには、6 時間ほど要してしまい、装置稼働率が悪くなるというデメリットがある。なお、ここでは常温で HF クリーニングを行ったことを示したが、低温とは、0 ℃ ~ 5 0 ℃の間であれば良い。

【0033】上記の実施例では Al_2O_3 製のものに置き換えたが、AIN 製のものでもほぼ同様のエッチング耐性を示すため、同様の効果が得られる。

【0034】〔実施例 2〕実施例 1 においては、インナーチューブ 5 およびウエハ支持台 4 を Al_2O_3 製のものを用いたが、クリーニングガスとして ClF_3 を用いず HF のみ (ただし N_2 や Ar 等の不活性ガスで希釈することも含まれる) で行う場合には SiC 製のものを使用することができる。

【0035】SiC は ClF_3 で容易にエッチングされるため、 ClF_3 をクリーニングガスとして用いた場合は甚だしいダメージを受けてしまうが、表 2 に示したように、HF に対しては皆無といえる程エッチング速度が低くダメージを受けない。

【0036】

【表 2】

表 2 HF によるエッチング速度比較

材 料	エッチング速度 (nm/min)	選択比
Al_2O_3	20	50
SiC	0 (検知できず)	—
SiO_2	1000	1

(HF :500Torr, 750℃, 1hour)

【0037】このため、特に HF ガスクリーニングが有効である酸化膜形成を対象とした CVD プロセス装置においては、上記インナーチューブ 5 およびウエハ支持台 4 を SiC 製のものにするのが好ましい。

【0038】本実施例及び実施例 1 においては、成膜装置として枚葉のホットウォール装置を用いているが、5

0 枚から 1 5 0 枚バッチ処理方式の縦型あるいは横型のホットウォール装置に適用しても良い。

【0 0 3 9】そこで、バッチ方式の装置を用いた例について、図 2 に示す。

【0 0 4 0】図 2 に示したバッチ方式装置は、インナーチューブを用いず、反応炉体そのものを Al_2O_3 に置き換えた縦型ホットウォール CVD 装置である。

【0 0 4 1】図 3 にはインナーチューブを用いず、反応炉体そのものを Al_2O_3 に置き換えた横型ホットウォール CVD 装置を示す。

【0 0 4 2】図 4 には分割していないインナーチューブを用いたバッチ式横型ホットウォール CVD 装置を示す。

【0 0 4 3】図 5 分割したインナーチューブを用いたバッチ式横型ホットウォール CVD 装置を示す。

【0 0 4 4】図 6 にはインナーチューブを用いず、反応炉体そのものを Al_2O_3 に置き換えた枚葉方式のホットウォール CVD 装置を示した。

【0 0 4 5】図 7 には分割していないインナーチューブを用いた枚葉ホットウォール CVD 装置を示す。

【0 0 4 6】バッチ方式の装置では枚葉方式程の顕著な効果は現れないが、装置のクリーニングにおいて、スループットおよび装置稼働率が向上する。

【0 0 4 7】バッチ、枚葉のいずれにおいてもインナーチューブを用いない場合には、 SiO_2 以外の材料を用いると、熱応力による破損が起こり易くなるため、慎重に加熱を行うことが必要である。また、分割されていないインナーチューブではウエハ上に成膜した膜厚が分割したばあいよりも多少均一性に劣る場合もある。

【0 0 4 8】以上、上記実施例では、高温対応のクリーニングガスとして ClF_3 を用いているが、 ClF_3 、 NF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 F_2 、 Cl_2 を用いても良い。また高温対応のクリーニングとしてプラズマレスクリーニングを用いたが、プラズマクリーニングを用いても良い。また、Hot Wall 装置、バッチ方式装置いずれにおいても反応ガスとして TEOS ではなく、他のアルコキシド系、アルコキシル系及びアルキル系の有機系液化物の気化ガスである、例えば $Si(OCH_3)_4$ 、 $Ta(OC_2H_5)_5$ 、 $Ta(OC_2H_5)_5$ 、 $Sr(OC_2H_5)_2$ 、 $Sr(OC_2H_5)_2$ 、 $Ti(OCH_3)_4$ 、 $Ti(OC_2H_5)_4$ 、 $Ba(OC_2H_5)_2$ 、 $Ba(OC_2H_5)_2$ 、 $Al(OC_2H_5)_3$ 、 $Zr(OC_2H_5)_4$ 、 $Pb(OCH_3)_2$ 、 $Ga(OC_2H_5)_3$ 、 $Ga(OC_2H_5)_3$ 、 $As(OC_2H_5)_3$ 、 $Ge(OCH_3)_4$ 、 $Ge(OC_2H_5)_4$ を用いても良い。

【0 0 4 9】

【発明の効果】

(1) 反応炉体の内部にインナーチューブを設けると共に、インナーチューブ、ウエハ支持台の材質をクリーニングガスによるエッチング速度を被薄膜形成材料のエ

ッチング速度よりも小さい材質にすることにより、装置へのダメージを与えず炉体内壁、排気配管内壁、部品に堆積または付着した反応生成物のみをエッチング選択性を持たせて除去することが出来る。

【0 0 5 0】(2) 石英製反応炉体と該インナーチューブの間にできる空間に不活性ガスを充満させ、薄膜形成工程では該原料ガスを該石英製反応炉体に接触することを抑えることにより該石英製反応炉体内壁に反応生成物が堆積または付着することを抑え、クリーニング工程では該クリーニングガスを該石英製反応炉体に接触することを抑えることにより、装置へのダメージを与えず炉体内壁、排気配管内壁、部品に堆積または付着した反応生成物のみをエッチング選択性を持たせて除去することが出来る。

【0 0 5 1】(3) CVD 装置、特に枚葉装置において、従来の湿式クリーニングの作業が大幅に短縮され、スループット・装置稼働率が飛躍的に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、分割したインナーチューブを用いた枚葉ホットウォール CVD 装置図。

【図 2】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、インナーチューブを用いていないバッチ式縦型ホットウォール CVD 装置図。

【図 3】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、インナーチューブを用いていないバッチ式横型ホットウォール CVD 装置図。

【図 4】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、分割していないインナーチューブを用いたバッチ式横型ホットウォール CVD 装置図。

【図 5】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、分割したインナーチューブを用いたバッチ式横型ホットウォール CVD 装置図。

【図 6】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、インナーチューブを用いていない枚葉ホットウォール CVD 装置図。

【図 7】本発明の薄膜形成とクリーニング方法を実施した、分割していないインナーチューブを用いた枚葉ホットウォール CVD 装置図。

【図 8】HF による SiO_2 のエッチング速度の温度依存性を示した図。

【図 9】HF による SiO_2 および Al_2O_3 のエッチング速度の温度依存性を示した図。

【図 10】 ClF_3 による各種材料のエッチング速度の温度依存性を示した図。

【図 11】本発明の CVD 装置を用いて成膜した時に発生するパーティクル数が処理枚数によって変化していく様子を示した図。

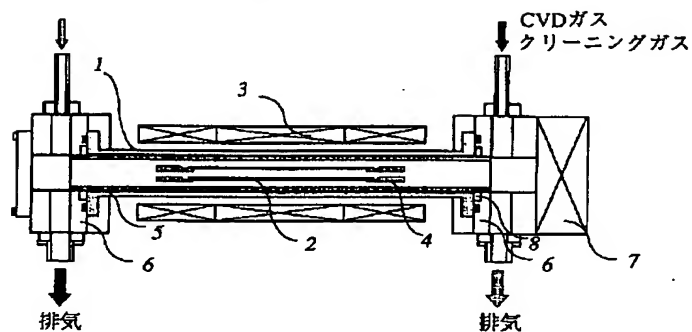
【符号の説明】

- 1 反応炉体
- 2 半導体ウエハ
- 3 加熱ヒーター
- 4 ウエハポートまたはウエハ支持台
- 5 インナーチューブ

- 6 ガス導入・排気チャンバ
- 7 ゲートバルブ
- 8 反応炉体とインナーチューブ間のパージガス導入空間。

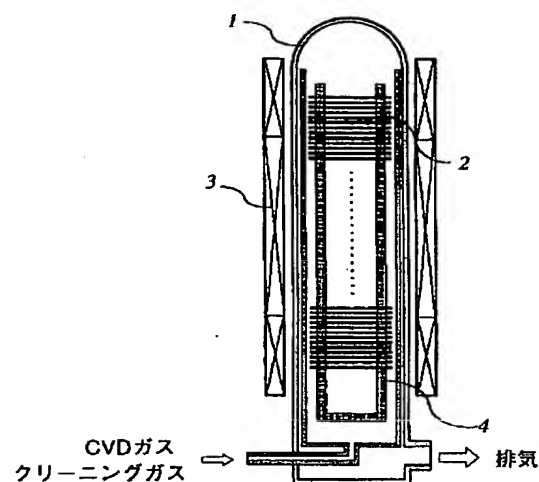
【図1】

図1



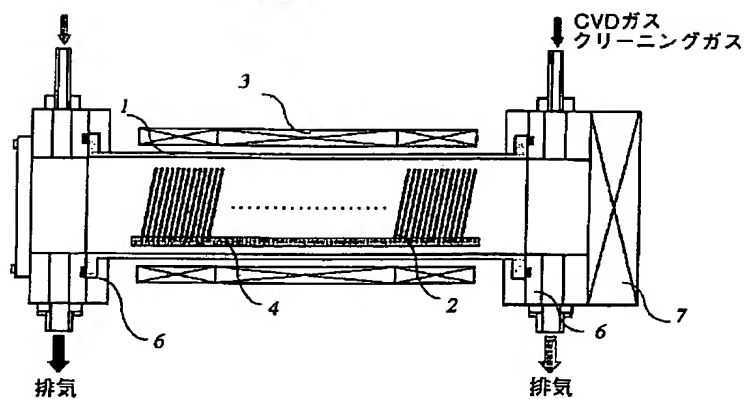
【図2】

図2



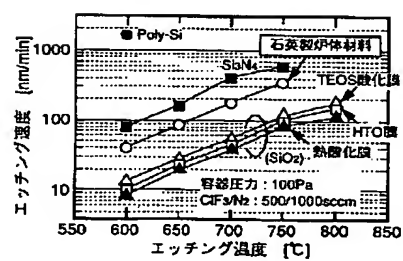
【図3】

図3

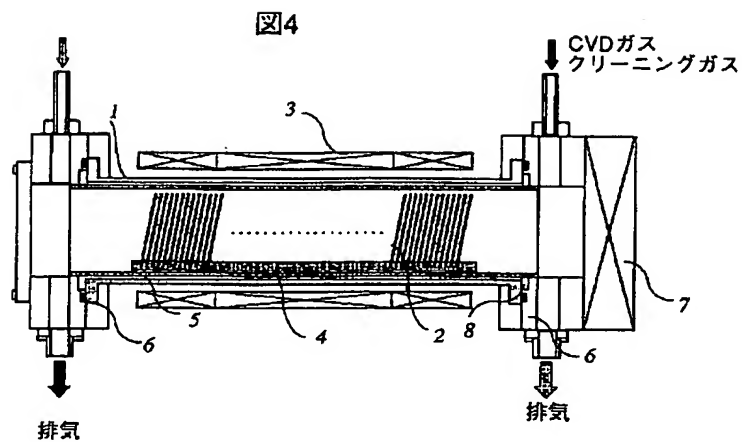


【図10】

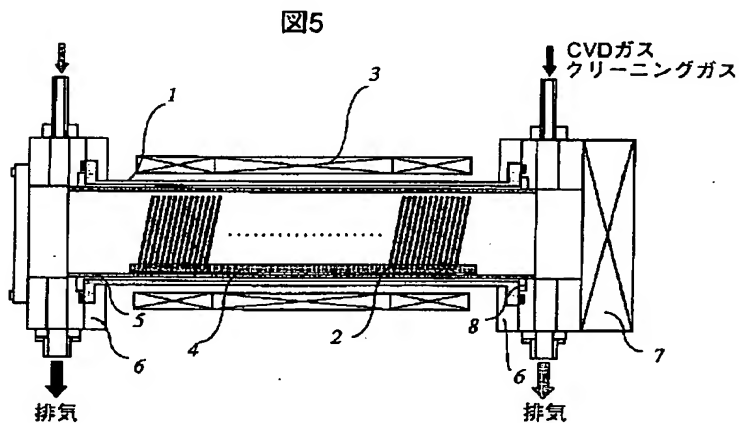
図10



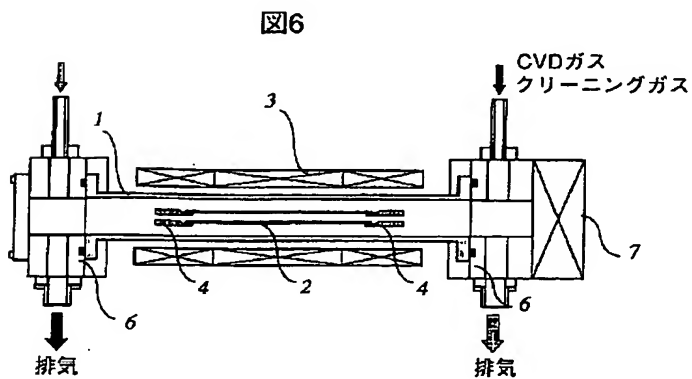
【図 4】



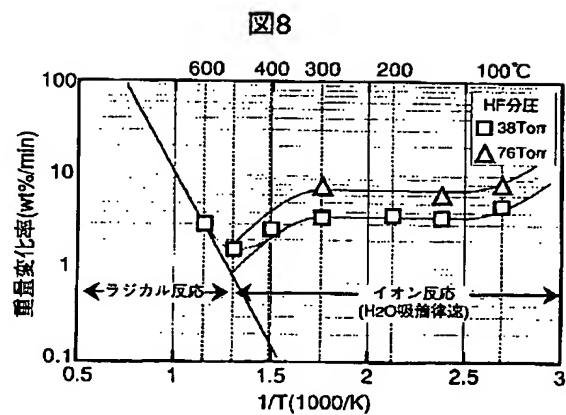
【図 5】



【図 6】

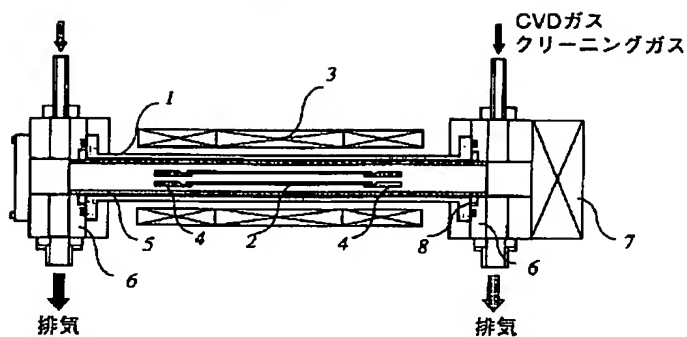


【図 8】



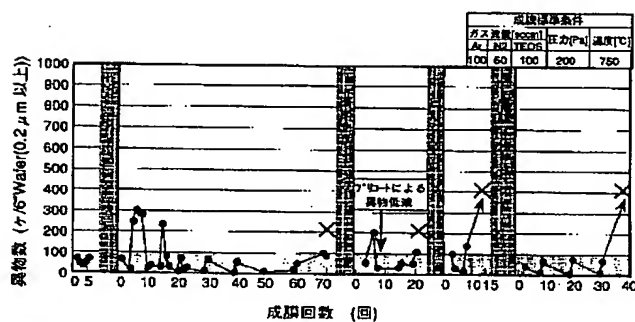
【図7】

図7



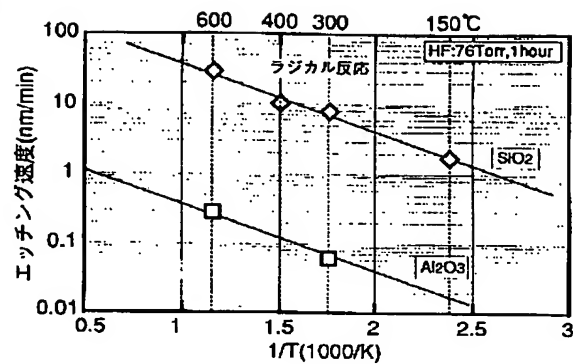
【図11】

図11



【図9】

図9



フロントページの続き

(72)発明者 内田 憲宏

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体事業部内